

外海地区沿岸の鋼アーチ橋における腐食環境調査

長崎大学工学部 正会員 中村聖三

長崎大学工学部 学生会員 ○緒方裕己

長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

1. はじめに

海岸付近にある橋梁は、海より飛来する塩分により橋全体の腐食が促進され、耐久性が著しく低下する。飛来する塩分量は飛んでくる方向や時期によって変化し、その塩分量によって腐食速度や耐候性鋼の保護性さびの生成に影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、外海地区沿岸の鋼アーチ橋の各部位における腐食環境を明らかにすることを目的として、対象橋梁の各部位における飛来・付着塩分量、温・湿度、ACM センサの出力電流及びワッペン試験片の腐食減耗量を調査する。

2. 調査対象橋梁

調査対象橋梁は外海地区沿岸に位置する、3つの下路式鋼アーチ橋であり、いずれも南北方向に架かっている。各橋梁の概要を表-1に示す。

3. 調査概要

調査は各橋梁スパン中央付近の桁内部で行う。試験片および計測機器の設置状況を図-1に示す。

3.1 飛来・付着塩分調査

飛来塩分量の測定は JIS Z 2381 に規定されているドライガーゼ法により実施する。そのため、一定面積をもつ2枚重ねガーゼを2つの木枠にはめ込んだドライガーゼプレート(図-2左参照)を用意した。ガーゼは約1ヶ月毎に回収・交換する。ガーゼに付着した塩分量は塩素イオンメーターを用いて測定する。また、部材に直接付着した塩分量は表面塩分計を用いて測定する。

3.2 ワッペン試験及び大気腐食環境調査

ワッペン試験は、普通鋼及び耐候性鋼(以下、普通鋼:C、耐候性鋼:Wとする)の試験片(50mm×50mm×2mm/t)をそれぞれ25枚用い、5枚ずつ貼り付けたものを1試験体(図-2右参照)とし、5体用意した。ACM センサと USB 温湿度計を試験体の端に装着した。一定期間毎に各試験体から C と W を1枚ずつ回収する。回収してきた試験片は外観の撮影後にさびの除去作業を行い、その後外観の撮影及び質量測定を行い、腐食減耗量¹⁾を求める。また、鍍厚は電磁膜厚計を用いて1つの試験片に対して10点計測し、その平均値および標準偏差を算出する。ACM センサにより腐食電流を、USB 温湿度計により温度と湿度を、一定の時間間隔で測定・記録する。

表-1 対象橋梁概要

	架設年	スパン	幅員	鋼材
橋梁A	1980年	82.1m	9m	耐候性鋼
橋梁B	1980年	87.5m	10m	普通鋼
橋梁C	1988年	118.7m	9.3m	普通鋼

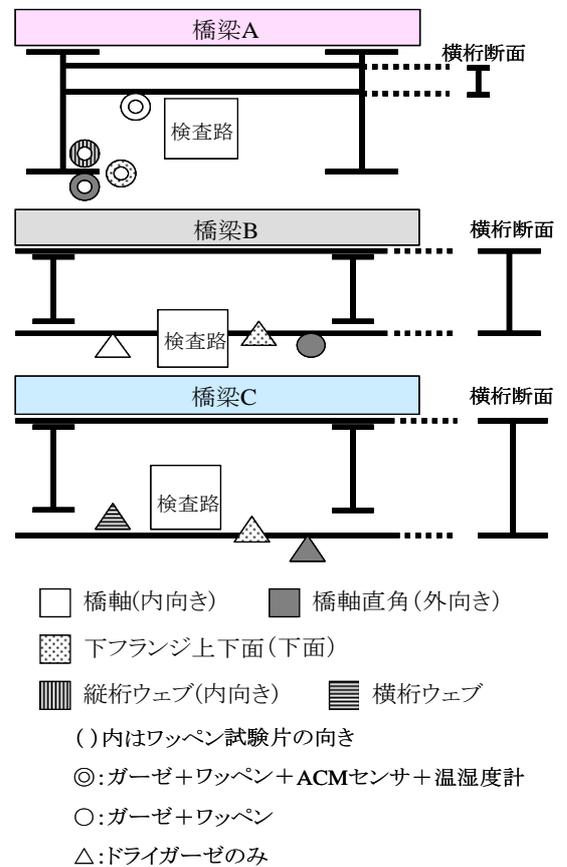


図-1 設置状況図

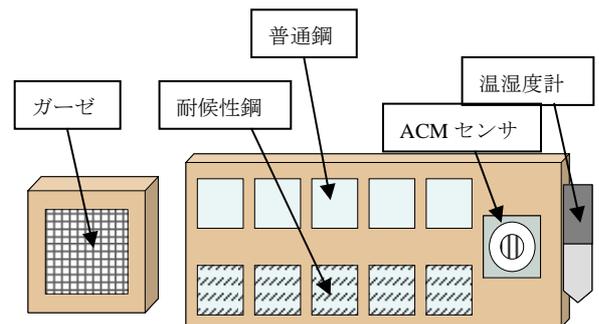


図-2 装置概要図

4. 調査結果

表-2, 3, 4 に各橋梁の調査結果を示す。

4.1 橋梁 A

飛来塩分量は縦桁ウェブ内に入り込んでくる量が極端に少なく、錆厚、腐食減耗量、日平均電気量においても縦桁ウェブが最小であった。他の3方向に比べ、風が直接当たりにくいためと思われる。錆厚、腐食減耗量を大きい順に並べると錆厚 C 以外は、橋軸直角、橋軸、下フランジ、縦桁ウェブとなった。錆厚と腐食減耗量は相関が高いことがわかる。ACM センサ出力電流により算出された日平均電気量²⁾は橋軸直角、下フランジ、橋軸、縦桁ウェブの順となり、日平均電気量が大きいほどさびが生成されやすいと考えられる。

4.2 橋梁 B

飛来塩分量が橋軸直角方向において他の方向に比べ高い値となった。橋梁 A より曝露期間が2日間少ないにも関わらず、錆厚と腐食減耗量は比較的多かった。飛来塩分量も多いことから橋梁 B は橋梁 A よりも腐食がしやすいと考えられる。

4.3 橋梁 C

飛来塩分量は橋梁 A と同様に下フランジに当たる方向(鉛直方向)で高い値となった。また、他の2橋に比べて飛来塩分量が少ない結果となった。

4.4 飛来塩分量と錆厚の関係及び ACM 出力結果

飛来塩分量と錆厚の関係を図-3 に示す。飛来塩分量が大きいほど錆厚も大きい値となっていて、飛来塩分が錆生成に影響を及ぼす可能性が大きいと言える。ACM 出力結果の代表例として、下フランジ方向における ACM センサ出力値と湿度の経時変化を図-4 に示す。出力電流は湿度が高い時に大きな値を示していることがわかる。ACM センサ出力における濡れ時間³⁾が長い部位は、必ずしも ISO 規定による濡れ時間が長くはならない(表-5 参照)。

5. まとめ

橋軸直角方向は海からの影響を直接受けやすいため、飛来塩分量が高く、腐食速度も速いことが確認できた。部材に直接付着した塩分についてはこれから行う予定である。今後、各調査対象橋梁における計測をさらに継続して行い、環境条件を定量化するとともに錆厚との相関関係をより明確にしていきたいと考えている。

表-2 橋梁 A 11/1~12/1 のデータ

	飛来塩分量 (mdd)	錆厚(μm)		腐食減耗量(mm)		日平均電気量 (C/day)
		C	W	C	W	
橋軸	0.173	10.6	11.9	0.0036	0.0039	1.38E-05
橋軸直角	0.224	15.3	15.2	0.0044	0.0050	8.45E-04
下フランジ	0.269	11.1	11.5	0.0028	0.0033	2.27E-04
縦桁ウェブ	0.079	7.5	7.3	0.0022	0.0024	2.23E-06

表-3 橋梁 B 11/3~12/1 のデータ

	飛来塩分量 (mdd)	錆厚(μm)		腐食減耗量(mm)	
		C	W	C	W
橋軸	0.225				
橋軸直角	0.448	20.3	35.5	0.0059	0.0061
下フランジ	0.243				

表-4 橋梁 C 11/3~12/1 のデータ

	飛来塩分量 (mdd)
橋軸直角	0.179
下フランジ	0.200
横桁ウェブ	0.152

mdd=mg/dm²/day

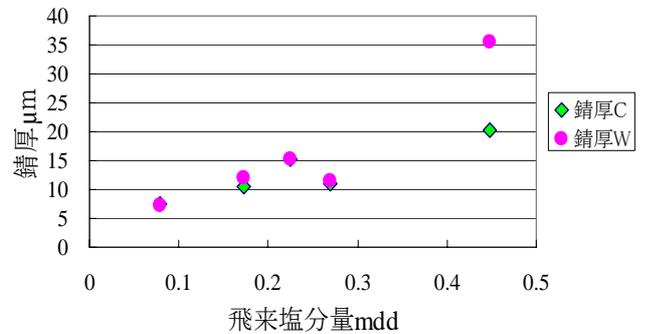


図-3 飛来塩分量と錆厚の関係

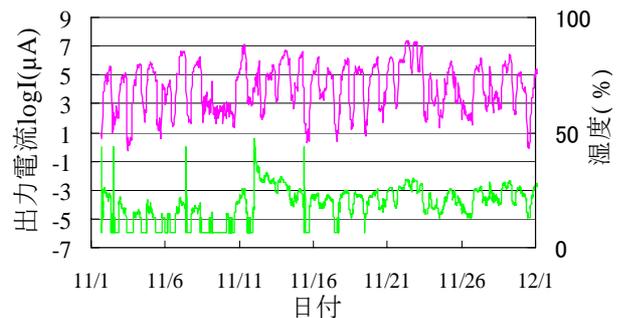


図-4 出力電流と湿度の経時変化

表-5 濡れ時間の比較

設置方向	ACMセンサ 出力電流による 濡れ時間(hour)	ISO規定による 濡れ時間(hour)
橋軸	1.67	138.0
縦桁ウェブ	0.17	120.0
橋軸直角	27.50	135.0
下フランジ	12.67	115.0

参考文献 1) (社)日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，2006
 2) 元田ら：海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ，Vol.43, No.10, pp.550-556, 1994
 3) 押川ら：雨がかりがない条件下に暴露された炭素鋼の腐食速度と ACM センサ出力との関係，Vol.51, No.9, pp.389-403, 2002